

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
профессор В.А. Лебедев

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО  
ЭКСПЕРИМЕНТА**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Технологии производства электрической и тепловой энергии
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	к.т.н. Пискунов В.М.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Теория и практика теплотехнического эксперимента»** разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. №146.

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Технологии производства электрической и тепловой энергии».

Составитель

\_\_\_\_\_

к.т.н. доцент В.М. Пискунов

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехники и теплоэнергетики 31 января 2023 г., протокол № 8.**

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

к.т.н.,  
профессор В.А. Лебедев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель дисциплины: изучение основ метрологии и измерительной техники, формирование знаний, умений и навыков в области современных методов и средств проведения научных и промышленных экспериментов в области теплоэнергетики и теплотехники.

Основные задачами дисциплины являются:

- изучение общих аспектов теории и практики эксперимента;
- изучение основ планирования эксперимента;
- наработка навыков статистической обработки результатов эксперимента;
- наработка навыков построения моделей объектов исследования по результатам эксперимента.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория и практика теплотехнического эксперимента» относится к дисциплинам «по выбору» вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», специализации – «Технологии производства электрической и тепловой энергии» (прикладная) и изучается во 2 семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория и практика теплотехнического эксперимента» направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3	УК-3.1. Демонстрирует понимание принципов командной работы (знает роли в команде, типы руководителей, способы управления коллективом). УК-3.2. Руководит членами команды для достижения поставленной задачи.
Способен осуществлять научное руководство научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами и проектами на объектах профессиональной деятельности	ПКС-2	ПКС-2.1. Формирует цели и задачи новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок на объектах профессиональной деятельности. ПКС-2.2. Координирует деятельность исполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями. ПКС-2.3. Определяет эффективность результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и прорабатывает мероприятия по их внедрению на объектах профессиональной деятельности

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа).

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
<b>Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа (всего):</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Вид промежуточной аттестации - зачет</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час. 72 зач. ед. 2</b>	<b>72 2</b>

### 4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Введение	1	1	-	-	-
2.	Основные понятия и принципы планирования эксперимента	8	2	-	-	6
3.	Планирование эксперимента при регрессионном анализе	13	2	-	-	11
4.	Основы теории планирования эксперимента. Постановка задачи о выборе оптимального плана	13	4	9	-	-
5.	Многофакторные эксперименты	11	2	9	-	-
6.	Планы поиска экстремума функции отклика	8	2	-	-	6
7.	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий	5	2	-	-	3
8.	Выделение существенных факторов	8	1	-	-	7

9.	Планирование при выборочном контроле. Последовательный план поиска оптимальных решений. Заключение.	5	2	-	-	3
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение	Объекты изучения, цель и основные задачи дисциплины. Роль планирования эксперимента в технологических и научных исследованиях.	
2.	Основные понятия и принципы планирования эксперимента	Основные понятия теории планирования эксперимента. Понятие о плане эксперимента. Научный и промышленный эксперимент. Размер промышленных экспериментов Основные принципы планирования эксперимента	40
3.	Планирование эксперимента при регрессионном анализе	Элементы теории корреляции. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Выборочный коэффициент корреляции. Проверка значимости коэффициентов и адекватности уравнения регрессии. Метод множественной корреляции. Простейшие случаи нелинейной корреляции. Линеаризация.	20
4.	Основы теории планирования эксперимента. Постановка задачи о выборе оптимального плана	Разновидности и характеристики планов. Простые сравнивающие эксперименты. Многофакторные эксперименты. Основы построения математических моделей планов экспериментов. Постановка задачи о выборе оптимального плана.	10
5.	Многофакторные эксперименты	Полный факторный план эксперимента. Большие двумерные таблицы. Дробный факторный план: неполные планы, разбиение факторных планов на блоки, дробные реплики Последовательные планы. Планы второго порядка. Многоуровневые факторные планы (МФП).	2
6.	Планы поиска экстремума функции отклика	Постановка задачи оптимизации. Методы поиска экстремума функции отклика однофакторных объектов	
7.	Планирова-	Метод Гаусса – Зейделя.	

	ние эксперимента при поиске оптимальных условий	Метод случайного поиска. Метод градиента. Метод крутого восхождения (Бокса – Уилсона). Симплексный метод оптимизации.	
8.	Выделение существенных факторов	Постановка задачи. Планирование отсеивающих экспериментов.	
9.	Планирование при выборочном контроле. Последовательный план поиска оптимальных решений. Заключение.	Виды планов выборочного контроля. Усеченный выборочный контроль. Корректировка плана выборочного контроля. Заключение.	

#### 4.2.3. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоёмкость (час.)
1	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий	Экспериментальный анализ случайной величины. Проверка статистических гипотез	1
2		Метод ранговой корреляции	1
3		Однофакторный дисперсионный анализ	2
4		Двухфакторный дисперсионный анализ. Трёхфакторный дисперсионный анализ	2
5		Методы насыщенных и сверхнасыщенных планов	2
6		Полный факторный эксперимент	2
7		Дробный факторный эксперимент	2
8		Центральный композиционный ортогональный план. Центральный композиционный рототабельный план	2
9		Метод регрессионного анализа	2
10		Методы оптимизации	2
		<b>Итого:</b>	<b>18</b>

#### 4.2.4. Лабораторный практикум не предусмотрен

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Семинарские занятия.** Цели семинарских занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

-обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Тематика вопросов для самостоятельной подготовки**

1. Основные понятия теории планирования эксперимента.
2. Общая характеристика объекта исследования.
3. Основные принципы планирования эксперимента.
4. Функциональная и вероятностная связь между переменными. Элементы теории корреляции.
5. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов.
6. Выборочный коэффициент корреляции.
7. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.
8. Проверка адекватности математической модели объекта исследования.
9. Метод множественной корреляции.
10. Простейшие случаи нелинейной корреляции. Линеаризация.
11. Разновидности и характеристики планов.
12. Основы построения математических моделей планов экспериментов.
13. Разновидности планов эксперимента, их особенности.
14. Критерии оптимальности планов экспериментов.
15. Критерии оптимальности планов экспериментов, связанные с точностью оценивания коэффициентов уравнения регрессии.
16. Критерии планов экспериментов, связанные с точностью получения оценок отклика.
17. Оптимальность плана эксперимента. Критерий D – оптимальности.
18. Оптимальность плана эксперимента. Критерий A – оптимальности.
19. Оптимальность плана эксперимента. Критерий E – оптимальности.

20. Оптимальность плана эксперимента. Критерий ортогональности. Ортогонализация планов эксперимента.
21. Оптимальность плана эксперимента. Критерий G– оптимальности.
22. Оптимальность плана эксперимента. Критерий ротатабельности.
23. Оптимальность плана эксперимента. Критерий униформности.
24. Полный факторный план эксперимента. Его особенности, кодирование факторов, построение матрицы спектра плана.
25. Обработка и анализ результатов полного факторного эксперимента.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету и экзамену**

#### **Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету:**

1. Дробный факторный план эксперимента. Основная идея дробного факторного плана.
2. Дробный факторный план для моделей с взаимодействием.
3. Планы второго порядка. Ротатабельное планирование.
4. Многоуровневые факторные планы.
5. Поиск экстремума функции отклика. Постановка задачи.
6. Методы оптимизации однофакторных объектов. Метод золотого сечения.
7. Оптимизация однофакторных объектов. N – шаговый Фибоначчиев план.
8. Оптимизация многофакторных объектов. Метод Гаусса-Зейделя.
9. Оптимизация многофакторных объектов. Метод случайного поиска.
10. Оптимизация многофакторных объектов. Метод градиента.
11. Оптимизация многофакторных объектов. Метод крутого восхождения.
12. Оптимизация многофакторных объектов. Симплексный метод оптимизации.
13. Выделение существенных факторов. Постановка задачи.
14. Планирование отсеивающих экспериментов.
15. Анализ результатов отсеивающих экспериментов. Диаграммы рассеяния.
16. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик. Постановка задачи.
17. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик. Метод рандомизации.
18. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик. Разбиение матрицы типа  $2k$  на блоки.
19. Планирование при выборочном контроле. Виды планов выборочного контроля.
20. Планирование при выборочном контроле. Одноступенчатый план выборочного контроля.
21. Планирование при выборочном контроле. Двухступенчатый план выборочного контроля.
22. Планирование при выборочном контроле. Виды многоступенчатого плана выборочного контроля.
23. Планирование при выборочном контроле. Усеченный план выборочного контроля.
24. Планирование при выборочном контроле. Корректировка планов выборочного контроля.

#### **Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

1. Дробный факторный план эксперимента. Основная идея дробного факторного плана.
2. Дробный факторный план для моделей с взаимодействием.
3. Планы второго порядка. Ротатабельное планирование.
4. Многоуровневые факторные планы.



5. Поиск экстремума функции отклика. Постановка задачи.
6. Методы оптимизации однофакторных объектов. Метод золотого сечения.
7. Оптимизация однофакторных объектов. N – шаговый Фибоначчиев план.
8. Оптимизация многофакторных объектов. Метод Гаусса-Зейделя.
9. Оптимизация многофакторных объектов. Метод случайного поиска.
10. Оптимизация многофакторных объектов. Метод градиента.
11. Оптимизация многофакторных объектов. Метод крутого восхождения.
12. Оптимизация многофакторных объектов. Симплексный метод оптимизации.
13. Выделение существенных факторов. Постановка задачи.
14. Планирование отсеивающих экспериментов.
15. Анализ результатов отсеивающих экспериментов. Диаграммы рассеяния.
16. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик. Постановка задачи.
17. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик. Метод рандомизации.
18. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик. Разбиение матрицы типа  $2k$  на блоки.
19. Планирование при выборочном контроле. Виды планов выборочного контроля.
20. Планирование при выборочном контроле. Одноступенчатый план выборочного контроля.
21. Планирование при выборочном контроле. Двухступенчатый план выборочного контроля.
22. Планирование при выборочном контроле. Виды многоступенчатого плана выборочного контроля.
23. Планирование при выборочном контроле. Усеченный план выборочного контроля.
24. Планирование при выборочном контроле. Корректировка планов выборочного контроля.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	На состояние любого объекта исследования в общем случае оказывают влияние переменные:	а) двух видов. б) трех видов. в) четырех видов. г) пяти видов.
2.	При планировании эксперимента факторами называют:	а) только контролируемые и управляемые переменные. б) только контролируемые, но не управляемые переменные. в) совокупность контролируемых переменных. г) выходные переменные.
3.	При планировании эксперимента откликами называют:	а) только контролируемые и управляемые переменные. б) только контролируемые, но не управляемые переменные. в) совокупность контролируемых

		переменных. d) выходные переменные.
4.	Систему операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте исследования, называют:	a) опыт. b) эксперимент. c) план эксперимента. d) точка плана эксперимента.
5.	План эксперимента — это:	a) система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об исследуемом объекте. b) совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов. c) порядок воспроизведения исследуемого явления в определенных условиях проведения эксперимента, при возможности регистрации его результатов. d) упорядоченная совокупность численных значений факторов, соответствующая условиям проведения опыта.
6.	Точка плана эксперимента — это:	a) система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об исследуемом объекте. b) совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов. c) порядок воспроизведения исследуемого явления в определенных условиях проведения эксперимента, при возможности регистрации его результатов. d) упорядоченная совокупность численных значений факторов, соответствующая условиям проведения опыта.
7.	Отдельную элементарную часть эксперимента называют:	a) откликом. b) опытом. c) точкой плана. d) точкой спектра плана.
8.	При активном эксперименте рассматривают:	a) только управляемые и контролируемые переменные. b) только контролируемые, но неуправляемые переменные. c) совокупность контролируемых переменных. d) только неуправляемые переменные.

		ные.
9.	План и спектр плана эксперимента имеют одинаковое количество точек при:	<p>a) наличии дублирующих опытов.</p> <p>b) отсутствии дублирующих опытов.</p> <p>c) проведении активного эксперимента.</p> <p>d) проведении пассивного эксперимента.</p>
10.	Основными принципами планирования эксперимента являются:	<p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ от полного перебора возможных входных состояний;</li> <li>- принцип последовательного планирования;</li> <li>- принцип сопоставления с шумом;</li> <li>- принцип замещения;</li> <li>- принцип оптимальности плана.</li> </ul> <p>b)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ от полного перебора возможных входных состояний;</li> <li>- принцип последовательного планирования;</li> <li>- принцип сопоставления с шумом;</li> <li>- принцип относительности;</li> <li>- принцип оптимальности плана.</li> </ul> <p>c)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ от полного перебора возможных входных состояний;</li> <li>- принцип последовательного планирования;</li> <li>- принцип сопоставления с шумом;</li> <li>- принцип рандомизации;</li> <li>- принцип оптимальности плана.</li> </ul> <p>d)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ от полного перебора возможных входных состояний;</li> <li>- принцип последовательного планирования;</li> <li>- принцип сопоставления с шумом;</li> <li>- принцип взаимности;</li> <li>- принцип оптимальности плана.</li> </ul>
11.	Количественной мерой, характеризующей вероятностную связь между двумя переменными, является:	<p>a) дисперсия.</p> <p>b) коэффициент корреляции.</p> <p>c) отношение дисперсий</p> <p>d) отношение математических ожиданий.</p>
12.	Значения коэффициента корреляции могут находиться в пределах:	<p>a) (-1 ... +1).</p> <p>b) (0 ... +1).</p> <p>c) (0 ... +∞)</p> <p>d) (-∞ ... +∞)</p>

13.	Если коэффициент корреляции меньше нуля, то при увеличении одной переменной вторая переменная:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) не изменяется.</li> <li>b) принимает отрицательные значения.</li> <li>c) увеличивается.</li> <li>d) уменьшается.</li> </ul>
14.	Для определения коэффициентов уравнения регрессии используется метод:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) линеаризации.</li> <li>b) линейной замены переменных.</li> <li>c) наименьших квадратов.</li> <li>d) разделения переменных.</li> </ul>
15.	При расчете коэффициента корреляции между двумя переменными используется взаимный:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) начальный момент первого порядка.</li> <li>b) начальный момент второго порядка.</li> <li>c) центральный момент первого порядка.</li> <li>d) центральный момент второго порядка.</li> </ul>
16.	Для оценки значимости выборочного коэффициента корреляции используется критерий:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Стьюдента.</li> <li>b) Фишера.</li> <li>c) Кохрена.</li> <li>d) Пирсона.</li> </ul>
17.	Для интервальной оценки выборочного коэффициента корреляции используется критерий:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Стьюдента.</li> <li>b) Фишера.</li> <li>c) Кохрена.</li> <li>d) Пирсона.</li> </ul>
18.	Для проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии используется критерий:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Стьюдента.</li> <li>b) Фишера.</li> <li>c) Кохрена.</li> <li>d) Пирсона.</li> </ul>
19.	Для проверки адекватности уравнения регрессии (математической модели объекта исследования) используется критерий:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Стьюдента.</li> <li>b) Фишера.</li> <li>c) Кохрена.</li> <li>d) Пирсона.</li> </ul>
20.	Для линеаризации зависимости между двумя переменными используют метод:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) наименьших квадратов.</li> <li>b) разделения переменных.</li> <li>c) замены переменных.</li> <li>d) последовательного планирования.</li> </ul>

<b>Вариант 2</b>		
1.	Поочередное варьирование каждого из факторов, в то время как все остальные факторы стабилизированы на некотором уровне, предусматривается при реализации:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) однофакторного (классического) эксперимента.</li> <li>b) полного факторного эксперимента.</li> <li>c) дробного факторного эксперимента.</li> <li>d) ротатабельного плана эксперимента.</li> </ul>
2.	Минимальное количество опытов при проведении однофакторного (классического) эксперимента при числе факторов равном $k$ составляет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) <math>2k</math>.</li> <li>b) <math>2k</math>.</li> <li>c) <math>k^2</math>.</li> <li>d) <math>k/2</math>.</li> </ul>
3.	В планах первого порядка количество уровней варьирования должно быть не менее:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) одного.</li> <li>b) двух.</li> <li>c) трех.</li> <li>d) четырех.</li> </ul>
4.	В планах второго порядка количество уровней варьирования должно быть не менее:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) одного.</li> <li>b) двух.</li> <li>c) трех.</li> <li>d) четырех.</li> </ul>
5.	Критерии оптимальности планов экспериментов разделяют на:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 2 группы.</li> <li>b) 3 группы.</li> <li>c) 4 группы.</li> <li>d) 5 групп.</li> </ul>
6.	К группе критериев оптимальности планов экспериментов, связанных с точностью оценивания коэффициентов уравнения регрессии, относятся критерии:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) A-, G-, E- оптимальности и ротатабельности.</li> <li>b) A-, G-, E- оптимальности и ортогональности.</li> <li>c) A-, D-, E- оптимальности и ортогональности.</li> <li>d) G- оптимальности, ротатабельности и равномерности.</li> </ul>
7.	К группе критериев оптимальности планов экспериментов, связанных с точностью получения оценок отклика, относятся критерии:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) A-, G-, E- оптимальности и ротатабельности.</li> <li>b) A-, G-, E- оптимальности и ортогональности.</li> <li>c) A-, D-, E- оптимальности и ортогональности.</li> <li>d) G- оптимальности, ротатабельности и равномерности.</li> </ul>
8.	D — оптимальный план эксперимента минимизирует:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) обобщенную дисперсию оценок коэффициентов уравнения регрессии.</li> <li>b) сумму дисперсий оценок коэффициентов уравнения регрессии.</li> <li>c) максимальную дисперсию оценок коэффициентов уравнения регрессии.</li> </ul>

		d) максимальную дисперсию предсказания отклика.
9.	A — оптимальный план эксперимента минимизирует:	a) обобщенную дисперсию оценок коэффициентов уравнения регрессии. b) сумму дисперсий оценок коэффициентов уравнения регрессии. c) максимальную дисперсию оценок коэффициентов уравнения регрессии. d) максимальную дисперсию предсказания отклика.
10.	E — оптимальный план эксперимента минимизирует:	a) обобщенную дисперсию оценок коэффициентов уравнения регрессии. b) сумму дисперсий оценок коэффициентов уравнения регрессии. c) максимальную дисперсию оценок коэффициентов уравнения регрессии. d) максимальную дисперсию предсказания отклика.
11.	Количество точек спектра полного факторного плана эксперимента при $k$ факторах, варьируемых на $l$ уровнях, равно:	a) $kl$ . b) $l^k$ . c) $k+l$ . d) $k^l$ .
12.	Полный факторный план эксперимента при трех факторах, варьируемых на двух уровнях, обозначается:	a) $2^3$ . b) $3^2$ . c) $3-2$ . d) $3/2$ .
13.	3. Дробный факторный план эксперимента, в котором из трех исследуемых факторов два фактора варьируются, имеет степень дробности:	a) $1/2$ . b) 1. c) 2. d) 3.
14.	Дробный факторный план эксперимента для получения линейной модели при трех исследуемых факторах обозначается:	a) $3^{2-1}$ . b) $3^2$ . c) $2^{3-1}$ . d) $2^3$ .
15.	Полуреплика полного факторного плана типа $2^k$ является дробным факторным планом со степенью дробности:	a) $1/2$ . b) 1. c) 2. d) 3.
16.	Основную идею метода дробного факторного плана можно отобразить математически:	a) $X_i = X_j + X_k$ . b) $X_i = X_j - X_k$ .

	тическим соотношением:	c) $X_i = X_j / X_k$ . d) $X_i = X_j \cdot X_k$ .
17.	При одинаковом во всех точках спектра плана дублировании опытов для проверки однородности построчных дисперсий отклика используется критерий:	a) Стьюдента. b) Фишера. c) Кохрена. d) Пирсона.
18.	Коэффициент $b_j$ уравнения регрессии признается значимым при выполнении условия ( $\varepsilon_{bj}$ - полуширина доверительного интервала):	a) $ b_j  < \varepsilon_{bj}$ . b) $ b_j  < 2\varepsilon_{bj}$ . c) $ b_j  \geq \varepsilon_{bj}$ . d) $ b_j  \geq 2\varepsilon_{bj}$ .
19.	При реализации ротатабельного плана эксперимента ставит опыты в:	a) ядре, точке начального состояния и в центре плана. b) ядре и в «звездных» точках плана. c) ядре, точке начального состояния и «звездных» точках плана. d) ядре, «звездных» точках и центре плана.
20.	При использовании двухуровневого дробного факторного плана при $k$ факторах и степени дробности $d$ в качестве ядра ротатабельного плана «звездное» плечо определяется по формуле:	a) $2^{(k+d)/4}$ . b) $2^{(k-d)/4}$ . c) $2^{k/(4d)}$ . d) $2^{(k+2d)/4}$ .
<b>Вариант 3</b>		
1.	При оптимизации однофакторных объектов наиболее часто применяются методы:	a) крутого восхождения и использования чисел Фибоначчи. b) симплексный и использования чисел Фибоначчи. c) градиента и использования чисел Фибоначчи. d) золотого сечения и использования чисел Фибоначчи.
2.	При делении интервала неопределенности методом золотого сечения отношение большего из отрезков к длине интервала составляет приблизительно:	a) 0,832. b) 0,707. c) 0,618. d) 0,586.
3.	При реализации метода золотого сечения количество опытов, поставленных в каждом интервале неопределенности, должно быть равно:	a) 1. b) 2. c) 3. d) 4.

4.	В процессе поиска оптимума методом золотого сечения на каждом очередном шаге сужения интервала неопределенности используют:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) один из опытов предыдущего шага поиска оптимума.</li> <li>b) по одному из двух предыдущих шагов поиска оптимума.</li> <li>c) два опыта предыдущего шага поиска оптимума.</li> <li>d) по два опыта из двух предыдущих шагов поиска оптимума</li> </ul>
5.	При использовании метода золотого сечения после каждого шага поиска оптимума интервал неопределенности уменьшается приблизительно в:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 1,586 раз.</li> <li>b) 1,618 раз.</li> <li>c) 1,707 раз.</li> <li>d) 1,832 раза.</li> </ul>
6.	При реализации метода золотого сечения в каждом интервале неопределенности координаты опытов симметричны относительно:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) центра данного интервала.</li> <li>b) точки данного интервала, определяемой золотым сечением его при отсчете от начала интервала.</li> <li>c) точки данного интервала, определяемой золотым сечением его при отсчете от конца интервала.</li> <li>d) точки данного интервала, равноотстоящей от начала интервала и точки золотого сечения.</li> </ul>
7.	При $n > 2$ значения членов ряда Фибоначчи определяются по формуле:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) <math>F_n = F_{n-1} + F_{n-2}</math>.</li> <li>b) <math>F_n = F_{n-1} - F_{n-2}</math>.</li> <li>c) <math>F_n = F_{n-1} \cdot F_{n-2}</math>.</li> <li>d) <math>F_n = F_{n-1} / F_{n-2}</math>.</li> </ul>
8.	При использовании чисел Фибоначчи для поиска оптимума задаются:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) шириной конечного интервала неопределенности.</li> <li>b) шириной начального интервала неопределенности.</li> <li>c) отношением интервалов неопределенности соседних шагов оптимизации.</li> <li>d) числом шагов поиска оптимума.</li> </ul>
9.	Значение второго члена ряда Фибоначчи равно:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 1.</li> <li>b) 2.</li> <li>c) 3.</li> <li>d) 4.</li> </ul>
10.	После реализации $N$ — шагового Фибоначчиева плана поиска оптимума	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) <math>F_{n+1}</math> раз.</li> <li>b) <math>F_{n+2}</math> раз.</li> </ul>



	интервал уменьшается в:	неопределенности	c) $(F_{n+1} / 2)$ раз. d) $(F_{n+2} / 2)$ раз.
11.	Метод поиска оптимальных решений, при котором поочередно варьируется каждый фактор (при постоянстве остальных) до достижения частного экстремума отклика, называется:		a) метод Гаусса-Зейделя. b) метод случайного поиска. c) метод крутого восхождения. d) симплексный метод.
12.	При использовании метода случайного поиска оптимальных решений случайным выбором (с помощью случайных чисел) определяют:		a) только координаты начальной точки. b) только компоненты вектора начального поиска. c) координаты начальной точки и компоненты вектора начального поиска. d) координаты конечной точки и компоненты вектора поиска.
13.	При использовании метода случайного поиска оптимальных решений на каждом шаге поиска:		a) изменяется только один фактор. b) один из факторов остается всегда неизменным. c) все факторы изменяются одновременно. d) количество изменяемых факторов определяется случайным выбором.
14.	При использовании метода случайного поиска оптимальных решений направление поиска определяется:		a) на каждом шаге поиска. b) после выполнения шагов, количество которых определяется случайным выбором. c) при достижении откликом заранее заданных уровней. d) после шага поиска, ухудшившего состояние объекта.
15.	Направление поиска оптимальных решений определяют на каждом шаге поиска при использовании метода:		a) Гаусса-Зейделя. b) случайного поиска. c) градиента. d) крутого восхождения.
16.	При реализации метода крутого восхождения при поиске оптимальных решений справедливо соотношение:		a) $h_i/h_l = (b_i \Delta x_i) / (b_l \Delta x_l)$ , b) $h_i/h_l = (b_l \Delta x_l) / (b_i \Delta x_i)$ , c) $h_i/h_l = (b_l \Delta x_l) / (b_i \Delta x_i)$ , d) $h_i/h_l = (b_i \Delta x_i) / (b_l \Delta x_l)$ , где для $i$ -го и $l$ -го факторов: $h$ – шаги изменения факторов при поиске оптимального решения, $b$ – коэффициенты при линейном члене в модели объекта, $\Delta x$ – интервалы варьирования факторов при

		определении направления поиска.
17.	При реализации метода крутого восхождения при поиске оптимальных решений в качестве базового выбирают фактор $x_j$ , у которого:	<p>a) <math> b_j \Delta x_j  = \min</math> ,</p> <p>b) <math> b_j \Delta x_j  = \max</math> ,</p> <p>c) <math> b_j \Delta x_j  \approx \frac{(b\Delta x)_{\min} + (b\Delta x)_{\max}}{2}</math> ,</p> <p>d) <math> b_j \Delta x_j  \approx \frac{(b\Delta x)_{\min} - (b\Delta x)_{\max}}{2}</math> ,</p> <p>где для соответствующих факторов: <math>b</math> - коэффициенты при линейных членах соответствующих факторов в модели объекта, <math>\Delta x</math> – интервалы варьирования факторов при определении направления поиска.</p>
18.	При реализации симплексного метода поиска оптимальных решений отбрасывают ту вершину симплекса, которой соответствует:	<p>a) наихудшее значение отклика объекта.</p> <p>b) среднее значение отклика объекта.</p> <p>c) наилучшее значение отклика объекта.</p> <p>d) наименьшее изменение отклика.</p>
19.	. Осуществить поиск оптимальных решений, не зная модели объекта, можно при использовании методов:	<p>a) Гаусса-Зейделя, случайного поиска, градиента.</p> <p>b) случайного поиска, симплексного, крутого восхождения.</p> <p>c) градиента, случайного поиска, симплексного.</p> <p>d) симплексного, случайного поиска, Гаусса-Зейделя.</p>
20.	Проведение «мысленных» опытов применяют при поиске оптимальных решений методом:	<p>a) случайного поиска.</p> <p>b) градиента.</p> <p>c) крутого восхождения.</p> <p>d) симплексным.</p>
<b>Вариант 4</b>		
1.	С добавлением каждого нового фактора количество опытов, необходимых для получения модели объекта исследования, увеличивается не менее чем:	<p>a) на 2.</p> <p>b) на <math>2^2</math>.</p> <p>c) в 2 раза.</p> <p>d) в <math>2^2</math> раза.</p>
2.	Эксперимент, по результатам которого устанавливают значимость факторов, называется:	<p>a) констатирующим.</p> <p>b) контролирующим.</p> <p>c) решающим.</p> <p>d) отсеивающим.</p>
3.	При планировании отсеивающего эксперимента в качестве эффектов учитывают:	<p>a) только существенные факторы.</p> <p>b) только линейные члены.</p> <p>c) линейные члены и парные</p>

		взаимодействия. d) линейные члены, парные и тройные взаимодействия.
4.	При планировании отсеивающих экспериментов используется метод:	a) случайного баланса. b) наименьших квадратов. c) случайного поиска. d) перевала.
5.	Парное взаимодействие между факторами выражается соотношением:	a) $X_i / X_j$ . b) $X_i - X_j$ . c) $X_i + X_j$ . d) $X_i X_j$ .
6.	При проведении отсеивающего эксперимента количество уровней варьирования факторов берут равным:	a) одному. b) двум. c) трем. d) четырем.
7.	План отсеивающего эксперимента является:	a) ненасыщенным. b) сбалансированным. c) насыщенным. d) сверхнасыщенным.
8.	Для построения плана отсеивающего эксперимента используется:	a) случайное смешивание двух полуреplik. b) сбалансированное смешивание двух полуреplik. c) случайное смешивание двух четвертьреplik. d) сбалансированное смешивание двух четвертьреplik.
9.	Для анализа результатов отсеивающих экспериментов используют диаграммы:	a) взаимодействия. b) рассеяния. c) направленности. d) совпадения.
10.	При оценке влияния каждого фактора полученные значения отклика разбивают на:	a) 2 группы. b) 3 группы. c) 4 группы. d) 5 групп.
11.	Для построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик целесообразно использовать:	a) однофакторный (классический) план эксперимента. b) полный факторный план эксперимента. c) дробный факторный план эксперимента. d) специальные методы планирования эксперимента.

12.	Наиболее распространенными методами планирования эксперимента в условиях дрейфа характеристик объекта исследований являются методы:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) сравнения и замещения.</li> <li>b) взаимодействия и разбиения на блоки.</li> <li>c) рандомизации и разбиения на блоки.</li> <li>d) рандомизации и замещения.</li> </ul>
13.	В условиях дрейфа характеристик объекта исследования матрица плана типа $2^k$ разбивается на:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 2 блока.</li> <li>b) 3 блока.</li> <li>c) 4 блока.</li> <li>d) 5 блоков.</li> </ul>
14.	При использовании метода рандомизации последовательность постановки опытов определяется на основании:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) приоритетных комбинаций.</li> <li>b) обобщенного приоритета.</li> <li>c) случайного выбора.</li> <li>d) рядов предпочтительных чисел.</li> </ul>
15.	Дрейф характеристик объекта исследования проявляется в:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) случайном изменении отклика.</li> <li>b) систематическом изменении отклика.</li> <li>c) систематическом изменении одного из факторов.</li> <li>d) случайном изменении одного из факторов.</li> </ul>
16.	При дрейфе характеристик объекта исследования наиболее опасным является смешивание причин дрейфа с:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) линейными членами.</li> <li>b) парными взаимодействиями.</li> <li>c) тройными взаимодействиями.</li> <li>d) взаимодействиями более высоких порядков.</li> </ul>
17.	При дублировании опытов в точках спектра плана эксперимента в отдельных сериях опытов рекомендуется использовать:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) одинаковую последовательность реализации опытов.</li> <li>b) обратную последовательность реализации опытов при переходе к новой серии опытов.</li> <li>c) круговую перестановку последовательности реализации опытов.</li> <li>d) случайный выбор последовательности реализации опытов в каждой серии опытов.</li> </ul>
18.	При разбиении матрицы плана типа $2^k$ на блоки различие в условиях проведения эксперимента можно рассматривать как:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) новый фактор.</li> <li>b) смешивание эффекта влияния изменяющихся условий с одним из факторов.</li> <li>c) смешивание эффекта влияния изменяющихся условий с откликом.</li> </ul>

		d) новый отклик.
19.	Матрица плана $2^k$ , разбитая на два блока, будет представлять собой план эксперимента типа:	a) $2^{2k}$ . b) $2^{k/2}$ c) $2^{k-1}$ . d) $(2^k-2)$ .
20.	При разбиении матрицы типа $2^k$ на блоки выбирают:	a) наиболее существенный фактор. b) один из факторов, определяемый случайным выбором. c) наиболее существенное парное взаимодействие между факторами. d) взаимодействие между факторами самого высокого порядка.

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение не менее 85 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 8.1. Основная литература

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Рыжаков, В. В. Планирование эксперимента и статистический анализ данных в управлении качеством продукции : / Рыжаков В.В., Боклашов Н.М., Рудюк М.Ю. —

Москва : ПензГТУ, 2013 .— учебное пособия для студентов вузов

.<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=62498](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62498)>.

2. Ушаков И.Е. Планирование и организация эксперимента: учебно-методический комплекс / сост. И. Е. Ушаков. - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2010. - 230 с.

3. Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе Mathcad: учеб. пособие/ В.А. Охорзин. - 3-е изд. стер. - СПб.: Лань, 2009. -352 с.

### 7.1.2. Дополнительная литература

1.Трэвис, Дж. LabVIEW для всех [Электронный ресурс] : учебное пособие / Джефри Трэвис, Джим Кринг ; пер. с англ. М. П. Михеева .— 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ДМК ПРЕСС, 2011 .— 904 с. —Предм. указ.: с. 899-903 .— Доступ по логину и паролю из сети Интернет .— ISBN 978-5-94074-674-4  
<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1100](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1100)>.

2. Рогов, В.А. Методика и практика технических экспериментов: учеб. пособие для вузов/ В.А. Рогов, Г.Г. Позняк. – М.: Академия, 2005. -282 с.

3. Охорзин, В.А. Компьютерное моделирование в системе Mathcad: учеб. пособие/ В.А. Охорзин. – М.: Финансы и статистика, 2006. -144 с.

4. Белай, Г.Е. Организация металлургического эксперимента: учеб. пособие/ Г.Е. Белай, В.В. Дембовский, О.В. Соценко. – М.: Металлургия, 1993. -256 с.

5. Белай, Г.Е. Организация металлургического эксперимента: учеб. пособие/ Г.Е. Белай, В.В. Дембовский, О.В. Соценко. – М.: Металлургия, 1993. -256 с.

6. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Программированное введение в планирование эксперимента: учебник/ Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1971. –282 с.

### 7.1.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"-  
<http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

<https://e.lanbook.com/books>.

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).

11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»». <http://rucont.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

#### **7.1.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Фаддеев М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. - 122 с.  
<http://window.edu.ru/resource/042/74042/files/ElemTreat.pdf>
2. Антонец И.В., Еремин Н.В. Математическая обработка результатов эксперимента: Методические указания для студентов специальности 120100. - Ульяновск: УлГТУ, 2004. - 21 с.  
<http://window.edu.ru/resource/998/25998/files/1245.pdf>
3. Лавров В.В., Спирин Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов). - Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. - 257 с.  
<http://window.edu.ru/resource/524/28524/files/ustu131.pdf>
4. Каргин, В.Р. Методология научных исследований. Лекция №5. Экспериментальные методы исследований [Электронный ресурс]: презентация лекционного курса / Самар. гос. аэрокосм. ун-т, Самара, 2011 [http://www.ssau.ru/files/education/metod\\_1](http://www.ssau.ru/files/education/metod_1) Каргин В.Р. Методология научных. Лекция 5.pdf

#### **7.15. Методические указания к лабораторным занятиям**

1. Обработка и представление результатов измерений: Методические рекомендации / Сост.: Нагулин К.Ю., Мухамедшин И.Р. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. - 17 с.  
[http://window.edu.ru/resource/347/78347/files/Oshibki\\_2012.pdf](http://window.edu.ru/resource/347/78347/files/Oshibki_2012.pdf)
2. Полякова, Н. С. Математическое моделирование и планирование эксперимента : / Полякова Н.С., Дерябина Г.С, Федорчук Х.Р.: метод. указания к выполнению домашнего задания. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. —  
<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52060](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52060)>.
3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория и практика эксперимента» для студентов магистратуры по напр. 12.04.01 Приборостроение / Сост. Фетисов В.С. – Уфа. УГАТУ, 2015 (на правах рукописи).

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Для практических работ используются компьютеры IBM PC, с объемом ОЗУ не менее 2 Гб и объемом свободной дисковой памяти не менее 10 Гб.

Практические и лабораторные работы по дисциплине проводятся на компьютерах с операционной системой Windows (версия не ниже XP). На компьютерах должны быть установлены программы:

- Excel (из состава Microsoft Office, версия не старше 2003 г.),
- MATLAB (версия не ниже 7.0),
- LabView (версия не ниже 7.0).

Для сбора и предварительной обработки экспериментальных данных может быть использовано оборудование National Instruments:

1. Устройства сбора информации NI 6008 или NI 6009 производства фирмы National Instruments.
2. Комплект устройств для сбора/ выдачи информации на базе платформы NI cDAQ:
  - 1) Системное шасси NI cDAQ-9188
  - 2) модуль 8 кан. сбора аналоговой информации NI 9201

- 3) модуль исполн. реле 4-кан. NI 9481
- 4) модуль 4-кан. ввода-вывода цифровой информации NI 9402
- 5) модуль 8-кан. аналогового вывода NI 9263

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMATH Studio (свободно распространяемое ПО)



ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)